

**Развитие нижней челюсти белых крыс в пренатальном и раннем  
постнатальном онтогенезе**

*Белорусский государственный медицинский университет*

В работе описаны основные этапы морфогенеза нижней челюсти белых крыс во взаимосвязи с трансформацией меккелева хряща и развитием зачатков зубов с 14-х по 21-е сутки эмбриогенеза, а также у новорожденных крысят.

**Ключевые слова:** морфогенез, нижняя челюсть, меккелев хрящ, энхондральный остеогенез, мышцелковый отросток, белая крыса.

Нижняя челюсть, по сравнению с другими костями, характеризуется известным своеобразием остеогенеза [1-8,10-12]. Развитие тела нижней челюсти происходит путем прямого остеогенеза из мезенхимы окружающей меккелев хрящ. Некоторые авторы считают меккелев хрящ транзиторной структурой, которая только индуцирует образование нижней челюсти [1,3]. По мнению других исследователей, меккелев хрящ частично участвует в образовании закладки нижней челюсти, подвергаясь энхондральному остеогенезу, а частично-редуцируется [4,6,7,8,11,12].

Цель данной работы – описать основные этапы морфогенеза нижней челюсти белых крыс во взаимосвязи с трансформацией меккелева хряща и развитием зачатков зубов.

**Материал и методы**

Материалом для исследования послужили зародыши беспородных самок белой крысы с 14 по 21 сутки развития, а также новорожденные крысята.

Развитие нижней челюсти изучалось на просветленных препаратах, на фронтальных и саггитальных сериях парафиновых срезов. Для изготовления просветленных препаратов материал фиксировался в 960 спирте, тотально окрашивался альциановым синим и ализариновым красным [9], избирательно выявляющим скелетные ткани (костную и хрящевую), а затем просветлялся в растворе щелочи. Для изготовления микроскопических препаратов материал фиксировался в жидкости Буэна и 12 % нейтральном формалине. Срезы толщиной 5-7 мкм окрашивались гематоксилин-эозином, по Ван-Гизон. Гликоген выявлялся с помощью ШИК-реакции, гликозаминогликаны выявляли метиленовым синим и альциановым синим.

Для удобства описания в нижней челюсти зародышей и новорожденных крысят условно выделили три части: переднюю (вентральную) или рецовую – от мезиального симфиза до закладки коренных зубов; среднюю или коренную – соответствует закладке трех коренных зубов и заднюю (дорсальную) – представленную ветвью челюсти с венечным и мышцелковыми отростками. Меккелев хрящ также подразделялся на переднюю, среднюю и заднюю части, расположенные на уровне соответствующих частей закладки нижней челюсти (рис. 1А).

**Результаты и обсуждение**

У зародышей белой крысы на 14 сутки пренатального онтогенеза нижнечелюстные отростки представлены недифференцированными, активно пролиферирующими мезенхимными клетками. Между клетками находятся тонкостенные кровеносные сосуды и нервные волокна. В средней части каждого

нижнечелюстного отростка выявляется зачаток меккелева хряща, образованный молодыми хрящевыми клетками. Кнаружи от меккелева хряща выявляется закладка тела нижней челюсти в виде скопления мезенхимных клеток.

На 15 сутки эмбриогенеза нижнечелюстные отростки на всем протяжении пронизаны меккелевым хрящом. В последующем, уже на 16 сутки развития, правый и левый хрящи по средней линии соединяются между собой при помощи роstralного отростка (рис.1А). Хрящевая закладка выделяется из окружающей мезенхимы не только морфологией своих клеток. Четко выявляется метакромазия, альцианофилия и резко выраженная ШИК-позитивная реакция межклеточного вещества. ШИК положительная реакция указывает на принадлежность этой структуры к первичным хрящам [2].

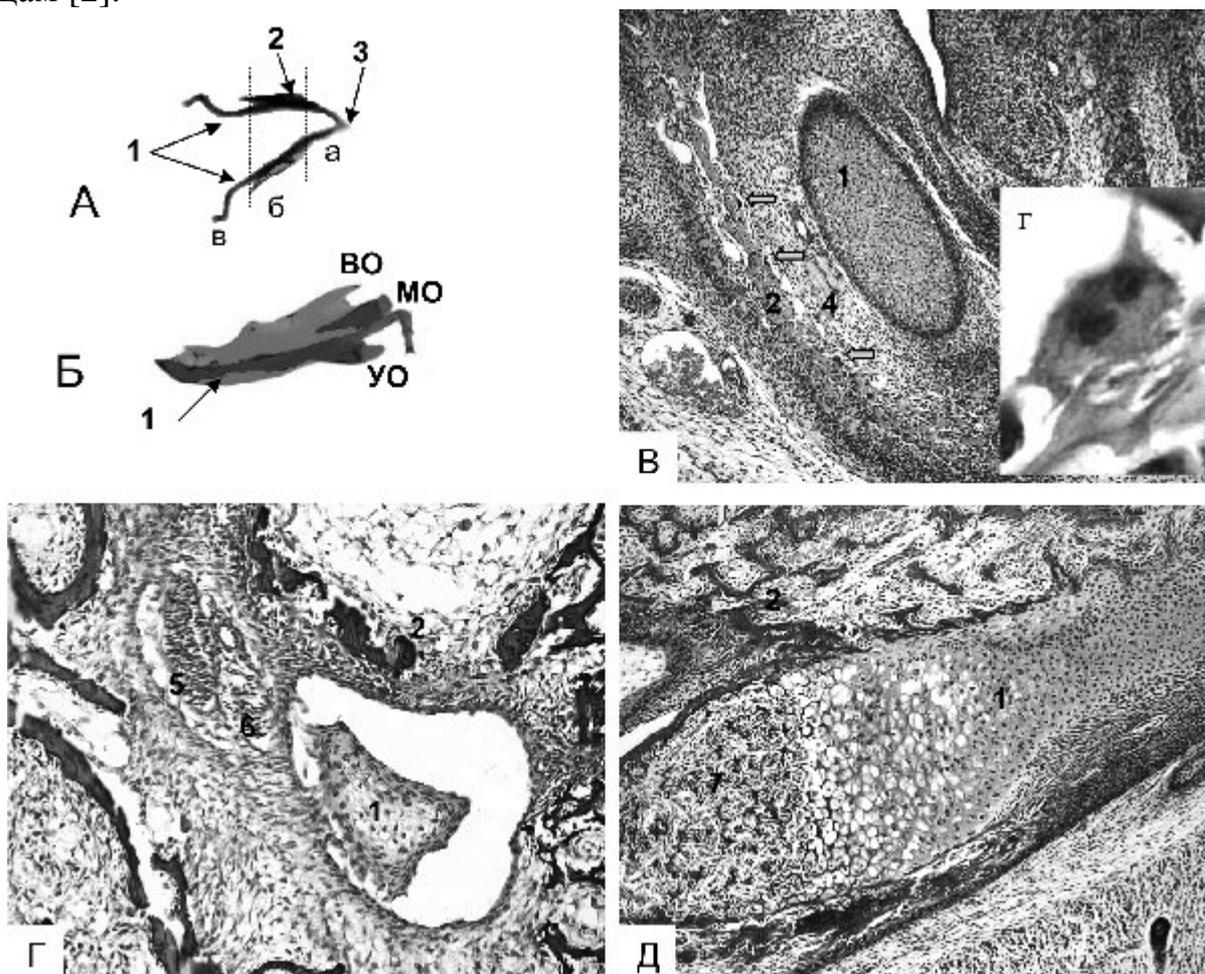


Рис. 1. Развитие нижней челюсти зародышей белой крысы. Закладка нижней челюсти 16-ти суточных эмбрионов (А, В), 18-ти суточных плодов (Б), новорожденных крысят (Г,Д). 1- меккелев хрящ; 2-костные балки; 3-роstralный отросток; 4- нижний альвеолярный нерв; 5- подбородочный нерв; 6- резцовый нерв; 7- энхондральный остеогенез; а-передняя, б-средняя, в- задняя части меккелева хряща. ВО- венечный отросток, МО - мышелковый отросток, УО - угловой отросток. А, Б - общий вид, просветленный препарат. Окраска красным ализарином и альциановым синим. В–Д - гематоксилин – эозином. Ув. x100. В,Г-фронтальный, Д- саггитальный срезы. Стрелками указаны остеокласты (В), г–остеокласт (ув. x400).

В передней части закладки нижней челюсти 15 суточных эмбрионов видны вестибулярная и зубная пластины. На латеральной поверхности меккелева хряща сзади от закладки резца выявляются участки остеоидной ткани и единичные минерализованные костные балки. В этом месте в последующем будет формироваться

подбородочное отверстие. Остальная часть закладки нижней челюсти образована конденсированной мезенхимой, ориентированной вблизи меккелева хряща. У человека, мышей и крыс линии Вистар первые участки минерализации также впервые обнаружены в области подбородочного отверстия [6,8,10-12].

У 16 суточных плодов меккелев хрящ покрыт костной тканью только с латеральной стороны. От первичного центра минерализации костные трабекулы, формирующие закладку тела нижней челюсти, простираются в вентральном и дорсальном направлениях, а также кверху и книзу относительно меккелева хряща (рис. 1А). В вентральной части закладки нижней челюсти формируется эмалевый орган резца, а в ее средней части над меккелевым хрящом-эмалевый орган, зубной сосочек и зубной мешочек первого коренного зуба. Костные балки, расположенные ниже закладки коренных зубов, не имеют надкостницы. На их поверхности помимо остеобластов выявляются остеокласты (рис. 1В, Г). Надкостница покрывает закладку тела нижней челюсти только по нижнему краю, что указывает на возможность аппозиционного роста костной ткани.

Ветвь нижней челюсти развивается вследствие распространения формирующейся костной ткани кзади. С возрастом она отклоняется от хода меккелева хряща в связи с образованием в дорсальной части закладок венечного и мышцелкового отростков, которые представлены скоплением мезенхимных клеток и лежат обособленно от закладки нижней челюсти. Конденсированная мезенхима выявляется также в области будущего углового отростка.

На 17 сутки развития продолжается рост тела нижней челюсти в длину, в котором важную роль играет роstralный отросток. Покрывающая его надхрящница обеспечивает аппозиционный рост отростка. В центральной зоне роstralного отростка располагаются пролиферирующие хрящевые клетки, за счет которых происходит интерстициальный рост хряща. Мышцелковый и угловой отростки нижней челюсти представлены хрящевой тканью, а в области венечного отростка выявляются единичные костные балки.

Закладка нижней челюсти 18 суточных плодов на просветленных препаратах имеет характерную, близкую к дефинитивной, форму с хорошо сформированным телом и ветвью (рис. 1 Б). Большая часть ее тела и венечный отросток полностью состоят из костной ткани. Мышцелковый и угловой отростки образованы одновременно и костной и хрящевой тканью. Передняя часть меккелева хряща, за исключением роstralного отростка, окружена костными трабекулами со всех сторон. Здесь наблюдается истончение меккелева хряща, в его хондроцитах выявляется вакуолизация цитоплазмы и пикноз ядер. В то же время средняя часть меккелева хряща костной тканью покрыта не полностью. С язычной поверхности костные трабекулы отсутствуют. Меккелев хрящ в этой части закладки нижней челюсти сохраняет типичное для гиалинового хряща строение без признаков дегенерации хрящевых клеток. В мышцелковом, угловом и роstralном отростках нижней челюсти хрящевая ткань постепенно замещается костной тканью аналогично процессу энхондрального остеогенеза в трубчатых костях.

На последующих этапах пренатального онтогенеза (19-21 сутки) в процесс энхондрального остеогенеза вовлекается все большая часть мышцелкового и углового отростков, а также часть меккелева хряща, расположенная мезиальнее подбородочного отверстия. В составе венечного отростка выявляются небольшие фрагменты хрящевой ткани. Для хрящевой ткани венечного, мышцелкового и углового

отростков характерна ШИК-негативная реакция, что указывает на их принадлежность к вторичным хрящам [2]. С возрастом в промежутке между зачатками резца и моляров меккелев хрящ исчезает, но сохраняется на уровне закладок коренных зубов. Оставшаяся часть хряща покрыта надхрящницей не на всем протяжении. Цитоплазма клеток плотная, в некоторых хондроцитах хроматин конденсируется по периферии ядра, встречаются фрагментированные ядра, что указывает на гибель клеток этой части меккелева хряща путем апоптоза. В результате уменьшения объема меккелева хряща вокруг него образуется полость, размер которой с возрастом увеличивается. В полости присутствуют единичные соединительнотканые тяжи. По мере редукции меккелева хряща количество их увеличивается.

Нижняя челюсть новорожденных крысят почти полностью образована ретикулофиброзной костной тканью. Хрящевая ткань сохраняется только в составе мышечкового, углового и роstralного отростков, которые активно вовлечены в процесс энхондрального остеогенеза (рис.1 Г). В теле нижней челюсти выявляются закладки всех зубов-резца и трех моляров. Остатки меккелева хряща, окруженные тонким слоем надхрящницы, определяются в составе тела нижней челюсти лишь ниже закладок коренных зубов (рис.1Д). Иногда остатки хряща лежат в канале нижней челюсти вместе с кровеносными сосудами и нервными волокнами.

#### **Заключение**

Нижняя челюсть белых крыс развивается как накладная кость в тесной взаимосвязи с меккелевым хрящом и закладкой зубов. Образование костной ткани тела нижней челюсти начинается вдоль латеральной поверхности меккелева хряща, в области будущего подбородочного отверстия и распространяется одновременно в вентральном и дорсальном направлениях. Передняя часть меккелева хряща, расположенная мезиальнее подбородочного отверстия замещается костной тканью путем энхондрального остеогенеза и в последующем интегрируется в состав тела нижней челюсти. Средняя часть меккелева хряща не подвергается остеогенезу, а постепенно редуцируется путем апоптоза хрящевых клеток. На месте хряща образуется канал нижней челюсти. Увеличение объема костной ткани в составе закладки нижней челюсти происходит в основном путем аппозиционного роста. В роstralном отростке, наряду с аппозиционным, наблюдается интерстициальный рост хрящевой ткани. Ветвь нижней челюсти формируется вне связи с меккелевым хрящом. Появление в ее составе вторичных хрящей создает дополнительные центры продольного роста нижней челюсти. При этом особенно важное значение имеет хрящ в области мышечкового отростка. Даже незначительное его недоразвитие может привести к гипоплазии ветви или всей нижней челюсти [3].

#### **Литература**

1. Быков В.Л. //С-Петербург.-1996.-С. 153-157.
2. Григорьян А.С., Антипова З.П. // Стоматология.-1975.-№1. – С.7-10.
3. Криштаб С.И.Аномалии нижней челюсти.//-Киев.-1975.-167с.
4. Дистель В.А, Сунцов В.Г., Вагнер В.Д.//.-М.-2001.-100с.
5. Bhaskar S, Weinmann J, Schour // J. Dental Res.-1953.-32.-398 – 409.
6. Ishizeki K., Saito H., Shinagawa T.// J. Anat.-1999.-194.-P-265-277.
7. Frommer J, Margolies MR.// J.Dent. Res.- 1971.-50.-P-1260 – 1267.
8. Orliaguet T., Darcha C., Dechelotte P. // The anatomic record.-1994.-238:491-497.
9. Peters P. // Method in prenatal toxicology. G. Tr. Publ.-Stuttgart.-1977.-P.-153.
10. Ralf J., Radlanski R.J., Klarcowski M.// Anat.Embryol.-2003.-207.-P-221-232.

11. Ramaesh T., Jonathan B.L.Bard. // J.Anat.-2003.-P.213-214.
12. Tomo S, Ogita M, Tomo I // Anat. Rec.-1997.-249. – P. 233 – 239